

LENS FOR PROJECTION

Patent number: JP2003255226
Publication date: 2003-09-10
Inventor: SHIOKAWA KOJI; OGAWA JUN
Applicant: COSINA CO; NEC VIEWTECHNOLOGY LTD
Classification:
- international: **G02B15/16; G02B27/18; G02B15/16; G02B27/18;**
(IPC1-7): G02B15/16; G02B27/18
- european:
Application number: JP20020058600 20020305
Priority number(s): JP20020058600 20020305

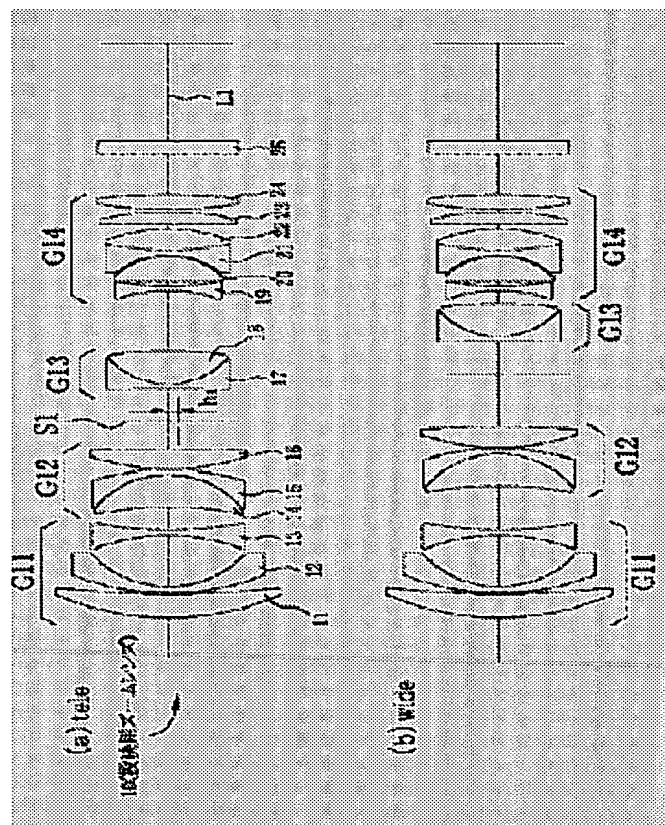
Report a data error here

Abstract of JP2003255226

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a lens for projection in which the diameter of a rear lens is made small in size and the illuminance irregularity of a projected image is little.

SOLUTION: The zoom lens for projection 10 is constituted of a first lens group G11 to a fourth lens group G14 and a plane parallel glass 25. A diaphragm S1 made eccentric in a direction perpendicular to a projection optical axis L1 is provided between the second lens group G12 and the third lens group G13. The emitted light beam from a panel side is tilted by the diaphragm S1, so that the emitted light beams at image height become parallel, and projection with little illuminance irregularity is realized.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-255226
(P2003-255226A)

(43) 公開日 平成15年9月10日 (2003.9.10)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テーマコード (参考) |
|---------------------------|------|---------------|-------------|
| G 0 2 B 15/16 | | C 0 2 B 15/16 | 2 H 0 8 7 |
| 27/18 | | 27/18 | Z |

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2002-58600(P2002-58600)

(22) 出願日 平成14年3月5日 (2002.3.5)

(71) 出願人 391044915

株式会社コシナ
長野県中野市大字吉田1081番地

(71) 出願人 300018765

NECビューテクノロジー株式会社
東京都港区芝五丁目37番8号

(72) 発明者 塩川 浩司

長野県中野市大字七瀬13番地 株式会社コ
シナ内

(74) 代理人 100075281

弁理士 小林 和憲

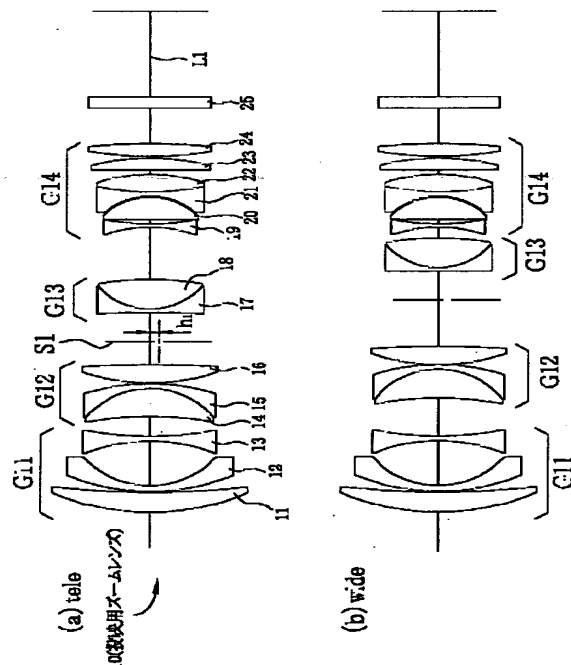
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投映用レンズ

(57) 【要約】

【課題】 後玉径の小型化が可能であり、投映画像の照度ムラが小さい投映用レンズを提供する。

【解決手段】 投映用ズームレンズ10は、第1レンズ群G11～第4レンズ群G14、平行平面ガラス25から構成されている。第2レンズ群G12と第3レンズ群G13の間には、投映光軸L1から垂直方向に偏心した絞りS1が設けられている。絞りS1によって、パネル側からの出射光線が傾けられ、各像高における出射光線が平行となり、照度ムラの小さい投映描写が可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像表示パネルによって照明光から作り出される投映光をスクリーンに向けて拡大投射するための投映用レンズにおいて、投映光軸に対して垂直方向に偏心した絞りが設けられていることを特徴とする投映用レンズ。

【請求項2】 フォーカス時に第1群が光軸上で進退し、変倍時の全長が固定された4群以上のズーム光学系からなり、前記第1群にはパネル側に凹面を向けた凹メニスカスレンズが設けられており、第4群以降に凹レンズと凸レンズの接合レンズがスクリーン側に凹面を向けて設けられ、前記接合レンズよりもパネル側に少なくとも2枚の凸レンズが設けられ、前記絞りが第2群と第3群の間に配置されており、

広角端における光学系全体の焦点距離を f_w 、第2群、第3群の焦点距離をそれぞれ f_2 、 f_3 としたときに以下の条件を満たすことを特徴とする請求項1記載の投映用レンズ。

$$1) 1.0 < f_2 / f_w < 1.6$$

$$2) 3.6 < f_3 / f_w < 6.2$$

【請求項3】 有効像面上で前記画像表示パネルから出射される光線のうち、上光線と下光線の投映光軸に対する傾角の平均値を平均出射傾角 θ としたときに、この平均出射傾角 θ が広角端から望遠端に渡って以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項2記載の投映用レンズ。

$$3) 2^\circ < \theta < 9^\circ$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、投映画像の照度ムラを抑え、後玉径の小型化が可能な投映用レンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】画像表示パネルとして、デジタル・マイクロミラー・デバイス(DMD)と呼ばれる反射型表示素子を用いたプロジェクタが知られている。DMDは、マトリクス状に敷き詰められた多数のマイクロミラーを備え、各マイクロミラーの反射角度を変えることで1画素の輝度を調節している。

【0003】1枚のDMDを備えた単板式DMDプロジェクタには、大きく2つのタイプがある。その1つ目は、投映光軸と照明光軸が直交する位置にプリズムが設けられ、投映光軸上のプリズムとDMDの間で、照明光路と投映光路とが一致する光路一致型である。2つ目は照明光路と投映光路がDMDの画像形成面に対して対称に設けられ、投映光が投映用レンズに斜めに入射する光路不一致型である。

【0004】前者の光路一致型における投映用レンズは、投映光軸上のDMDとの間にプリズムがあるため、長いバックフォーカスを必要とする。また、DMDから

出射されるテレセントリックな投映光を高輝度かつ均一に投射するために、投映用レンズの入射瞳を大きくしてパネル側のテレセントリック特性を高めている。

【0005】一方、後者の光路不一致型はプリズムが不要となるため、軽量化やコンパクト化、低価格化が考慮されたプロジェクタに採用される。光路不一致型ではDMDからの出射光が投映光軸に対して斜めに傾くため、光路一致型に比べて投映輝度が低くなり、また投映画像にケラレや照度ムラを生じさせる欠点がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、光路不一致型の欠点を改善するときに、入射瞳をさらに大きくすることでDMDからの出射光と投映光軸の傾きを小さくしようとすると、入射瞳の確保に伴う後玉径の大型化が避けられず、軽量性、コンパクト性、低価格性が損なわれるという問題がある。また、入射瞳の大型化に伴い、倍率色収差や垂曲収差といった横収差の増大を招き、光学性能を向上させることができないという問題が生じる。特に、単板式プロジェクタは、三板式のものと異なり、RGB三原色画像の色ズレをパネル調整によって補正できないため、投映用レンズに高いパフォーマンスが要求される。

【0007】本発明は、上記問題点を考慮してなされたもので、上記光路不一致型のように投映光学系に対する入射光が傾いたプロジェクタに好適であり、後玉径を小さく維持するとともに、光学性能の向上を実現した投映用レンズを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1記載の投映用レンズは、照明光が画像表示パネルに照射されて作り出された投映光をスクリーンに向けて拡大投射するためのレンズであって、投映光軸から垂直方向に偏心した絞りを設けたことを特徴とするものである。

【0009】絞りを偏心させると、パネル上の特定光点から出射される光の上光線と下光線は、その出射方向が投映光軸に対して非対称となり、出射光線が投映光軸に対して傾けられる。その結果、パネル上の各点から出射する光線が平行になって投映系に入射し、明るさにムラのない投映光が投射される。これにより、投映画像の照度ムラが小さくなるとともに、テレセントリック性確保のために入射瞳を大きくする必要がなくなり、後玉の小型化と光学性能の向上が実現できる。

【0010】請求項2記載の投映用レンズは、偏心絞りによる高性能な投映描写に好適な光学系を規定するものである。その構成は、フォーカス時に第1群が光軸上で進退し、変倍時の全長が固定された4群以上のズーム光学系からなり、前記第1群にはパネル側に凹面を向けた凹メニスカスレンズが設けられており、第4群以降に凹レンズと凸レンズの接合レンズがスクリーン側に凹面を

向けて設け、この接合レンズの後列に少なくとも2枚の凸レンズが設けられている。偏心絞りは第2群と第3群の間に配置されており、広角端における光学系全体の焦点距離を f_w 、第2群、第3群の焦点距離をそれぞれ f_2 、 f_3 としたときに以下の条件を満たすことを特徴とするものである。

$$1) 1. 0 < f_2 / f_w < 1.6$$

$$2) 3.6 < f_3 / f_w < 6.2$$

【0011】上記1)の条件式の範囲外の値をとる光学系では、サジタル面の像湾曲、色収差が増大してその補正が困難となる。特に下限を下回るとは第2群のパワーが強くなることを意味しており、横収差が増大する。また、上限を上回ると変倍による収差変動が大きくなり、安定した光学性能が得られなくなる。

【0012】上記2)式の下限を下回るとは第3群のパワーが強くなることを意味しており、球面収差及び横収差が増大して、これらを抑えることが困難になる。上記2)式の上限を上回ると、変倍動作におけるレンズ移動量の増大による光学系の肥大化、変倍に伴う収差変動の増大、軸上色収差の増大が伴う。

【0013】請求項3記載の投映用レンズは、有効像円上で前記画像表示パネルから出射される光線のうち、上光線と下光線の投映光軸に対する傾角の平均値を平均出射傾角 θ として定義し、広角端から望遠端に渡る平均出射傾角 θ の許容範囲を規定したものである。 θ が2°よりも小さいと、テレセントリック投映系の欠点が現れてくるので、後玉径の小型化や性能向上が十分でなくなる。また、 θ が9°よりも大きいと絞りの偏心量が大きくなり過ぎて、上光線と下光線の入射高が高くなり、横収差が増大してしまう。

【0014】

【実施例】（実施例1）図1において、投映用ズームレンズ10は、スクリーン側から順に第1レンズ群G11～第4レンズ群G14をなす計14枚のレンズと平行平面ガラス25とによって構成される。第2レンズ群G12と第3レンズ群G13の間には絞りS1が設けられている。投映用ズームレンズ10のレンズデータを以下に示す。

【0015】

【表1】

| 面番号 i | 曲率半径 r | 面間隔 d | 屈折率 n | アッペ数 v |
|-------|-----------|--------|---------|--------|
| 1 | 59.378 | 5.685 | 1.83400 | 37.3 |
| 2 | 211.354 | 0.200 | | |
| 3 | 52.729 | 1.600 | 1.83400 | 37.3 |
| 4 | 22.131 | 12.476 | | |
| 5 | -43.441 | 1.300 | 1.49700 | 81.6 |
| 6 | 78.815 | 可変 | | |
| 7 | -83.643 | 7.901 | 1.83400 | 37.3 |
| 8 | -20.546 | 1.300 | 1.84666 | 23.8 |
| 9 | -33.261 | 0.200 | | |
| 10 | 51.013 | 5.059 | 1.84666 | 23.8 |
| 11 | -248.495 | 可変 | | |
| Stop | — | 8.000 | | |
| 13 | -762.194 | 1.100 | 1.70200 | 40.2 |
| 14 | 17.181 | 8.166 | 1.69680 | 55.5 |
| 15 | -76.513 | 可変 | | |
| 16 | -33.247 | 1.100 | 1.67270 | 32.2 |
| 17 | 56.820 | 1.210 | | |
| 18 | -1301.253 | 6.156 | 1.49700 | 81.6 |
| 19 | -17.184 | 0.250 | | |
| 20 | -17.140 | 1.200 | 1.68893 | 31.2 |
| 21 | 63.383 | 4.979 | 1.71300 | 53.9 |
| 22 | 38.400 | 1.210 | | |
| 23 | -5002.627 | 3.276 | 1.80420 | 46.5 |
| 24 | 58.976 | 0.500 | | |
| 25 | 88.125 | 3.530 | 1.84666 | 23.8 |
| 26 | -143.604 | 10.000 | | |
| 27 | INFINITY | 3.000 | 1.48749 | 70.4 |
| 28 | INFINITY | 24.020 | | |

【0016】なお表中では、最もスクリーンに近い屈折面から順に面番号 i を付しており、d 線（波長 587.6 nm）に対する屈折率が示された番号の屈折面とその次の屈折面とによって1つの光学要素が構成される。面間隔 d は対応する番号の屈折面と次の屈折面とのレンズ厚みもしくは空気間隔（単位 mm）を示している。これらは後述する他の実施例についても同様である。なお最終面の面間隔は平行平面ガラスからパネル面までの距離である。

【0017】第1レンズ群G11は、スクリーン側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ11、パネル面側に凹面を向けた凹メニスカスレンズ12、凹レンズ13の計3枚のレンズで構成される。第2レンズ群G12は、パネル面側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ14とスクリーン側に凹面を向けた凹メニスカスレンズ15の接合レンズと、凸レンズ16で構成される。第3レンズ群G13は、凹レンズ17と凸レンズ18の接合レンズで構成される。第4レンズ群G14は、凹レンズ19、パネル面側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ20、凹レンズ21と凸レンズ22の接合レンズ、パネル面側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ23と凸レンズ24で構成される。凹レンズ21と凸レンズ22の接合レンズはその凹面をスクリーン側に向けて配置されている。

【0018】投映用ズームレンズ10は、フォーカス時に d_6 が変化して第1レンズ群G11が投映光軸L1に

沿ってスクリーン側とパネル面側とに進退する。第1レンズ群G1以外の他のレンズ群は固定される。変倍時には、 d_{11} 、 d_{16} が変化して第2レンズ群G12、絞りS1、第3レンズ群G13が投映光軸L1に沿って移動する。絞りS1と第3レンズ群G13は一体となって移動する。絞りS1は投映光軸L1に対して垂直方向に偏心しており、絞りS1の開口中心から光軸L1までの距離 h_1 を絞り偏心量として示している。投射距離を無限遠とした時の広角端、標準、望遠端における全系の焦点距離、Fナンバー、可変面間隔を表2に示す。

【0019】

【表2】

(絞り偏心量4.50mm レンズ全長139.5mm)

| | | | | | |
|-----|------|----|-------|-------|-------|
| 面間隔 | 焦点距離 | | 28.58 | 31.44 | 34.30 |
| | FNo. | | 2.20 | 2.40 | 2.58 |
| | 面番号 | 6 | 10.21 | 7.37 | 5.01 |
| | | 11 | 12.90 | 9.95 | 6.56 |
| | | 15 | 2.99 | 8.79 | 14.53 |

OBJ=inf

【0020】本実施例において、投射距離無限遠時のレンズ系全長 l_{inf} 、絞り偏心量 h_1 、第1群G11～第4レンズ群G14の焦点距離 $f_1 \sim f_4$ 、広角端における全系の合成焦点距離 f_w はそれぞれ

$$l_{inf} = 139.5 \text{ mm}$$

$$h_1 = 4.5 \text{ mm}$$

$$f_1 = -34.97 \text{ mm}$$

$$f_2 = 37.24 \text{ mm}$$

$$f_3 = 125.91 \text{ mm}$$

$$f_4 = 49.03 \text{ mm}$$

$$f_w = 28.58 \text{ mm}$$

である。また、各群の焦点距離と f_w の比の値は、

$$f_1 / f_w = -1.22$$

$$f_2 / f_w = 1.30$$

$$f_3 / f_w = 4.41$$

$$f_4 / f_w = 1.72$$

であり、本発明の特徴値 f_2 / f_w 、 f_3 / f_w はそれぞれ条件式

$$1) 1.0 < f_2 / f_w < 1.6$$

$$2) 3.6 < f_3 / f_w < 6.2$$

をそれぞれ満たす。

【0021】投映用ズームレンズ10では、絞りS1が投映光軸L1よりも下側に偏心することで、パネル面上の光点から出射される光線が全体として下向きに傾けられる。図2に示すように、画像表示パネルP1から出射される光のうち、上光線R1と下光線R2が投映光軸L1となす角をそれぞれ α 、 β とし、

$$\theta = (\alpha + \beta) / 2$$

として求められる θ を平均出射傾角 θ と定義する。この平均出射傾角 θ は、本明細書においてパネル面から出射される光の傾きを表す尺度として使用している。なお、

θ を求めるにあたっては、投映光軸を境に子午面を2つの領域に分けたとき、偏心絞りの中心が位置する領域に向かう出射光線の傾角を正としている。すなわち、投映光軸L1よりも上向きの出射角度を負の傾角、下向きの出射角度を正の傾角としており、 θ が α と β の算術平均として求められるように定めてある。以下に、各像高における平均出射傾角 θ の値を示す。

【0022】

【表3】

平均出射傾角 (単位: °)

| 像 高 | 焦点距離 | 28.58 | 31.44 | 34.30 |
|--------|------|-------|-------|-------|
| | 0.15 | 6.4 | 5.7 | 5.1 |
| | 0.5 | 6.2 | 5.6 | 4.5 |
| | 0.7 | 5.5 | 4.7 | 4.0 |
| | 0.9 | 5.5 | 5.2 | 4.9 |
| | 1.0 | 5.9 | 5.7 | 5.4 |

OBJ=2.4m

(有効像円 $\phi 28.4$)

【0023】ここで表中の有効像円 ϕ とは、画像表示パネルP1の画面中心と投映光軸L1とが一致した系以外に、画像表示パネルP1が投映光軸L1上にない系の光学性能評価に用いる広義の有効像円の直径を意味する。図3に示すように、画像表示パネルP1として反射型表示素子が用いられ、照明光の入射光路と投映光の出射光路とが独立したプロジェクタでは、投映光軸L1から表示素子の端部までの距離を半径とする円を有効像円とし、表示素子からの出射光線を有効像円から出射する軸対称な光束の一部とみなして投映光学系A1の性能評価を行っている。

【0024】上表に見られるように、平均出射傾角 θ は、広角時、標準時、望遠時いずれにおいても、本発明の特徴式

$$3) 2^\circ < \theta < 9^\circ$$

を満たしている。また、平均出射傾角 θ の各像高におけるバラツキは0.9度～1.5度以内に抑えられており、有効像円からの出射光線は軸上から軸外に渡ってほぼ平行になっている。

【0025】図4と図5に広角時と望遠時の収差図をそれぞれ示す。各図(a)は、各像高における収差を表し、破線、実線、一点鎖線で示す曲線はそれぞれ波長620nm、550nm、440nmの光線についての球面収差である。各図(b)は、図中S、Tで示す曲線がそれぞれサジタル像面、タンジェンシャル像面における収差を各画角について示したものである。各図(c)は歪曲収差を示している。これらは後述する他の実施例においても同様である。各収差図より諸収差が良好に補正されていることがわかる。

【0026】(実施例2)図6において、投映用ズームレンズ30は、スクリーン側から順に第1レンズ群G31～第5レンズ群G35をなす計15枚のレンズと平行ガラス46とによって構成されている。第2レンズ群G32と第3レンズ群G33の間には絞りS2が設けられ

ている。投映用ズームレンズ30のレンズデータを以下に示す。

【0027】

【表4】

| 面番号 i | 曲率半径 r | 面間隔 d | 屈折率 n | アッペ数 ν |
|-------|----------|--------|---------|------------|
| 1 | 56.320 | 2.000 | 1.84666 | 23.8 |
| 2 | 34.745 | 5.343 | | |
| 3 | 78.939 | 6.721 | 1.83400 | 37.3 |
| 4 | -176.954 | 0.200 | | |
| 5 | 95.295 | 1.600 | 1.49700 | 81.6 |
| 6 | 21.151 | 11.307 | | |
| 7 | -32.927 | 1.300 | 1.49700 | 81.6 |
| 8 | -359.314 | 可変 | | |
| 9 | -63.589 | 7.506 | 1.74400 | 44.9 |
| 10 | -23.744 | 1.300 | 1.75520 | 27.5 |
| 11 | -48.520 | 0.200 | | |
| 12 | 65.187 | 5.649 | 1.84666 | 23.8 |
| 13 | -151.180 | 7.000 | | |
| Stop | — | 可変 | | |
| 15 | -273.224 | 1.100 | 1.75520 | 27.5 |
| 16 | 28.667 | 7.873 | 1.71300 | 53.9 |
| 17 | -53.085 | 可変 | | |
| 18 | -32.823 | 1.100 | 1.58144 | 40.9 |
| 19 | 57.544 | 0.942 | | |
| 20 | 127.165 | 6.441 | 1.49700 | 81.6 |
| 21 | -22.676 | 1.622 | | |
| 22 | -22.048 | 1.200 | 1.69895 | 30.1 |
| 23 | 69.614 | 6.396 | 1.48749 | 70.4 |
| 24 | -44.757 | 0.200 | | |
| 25 | 327.490 | 3.455 | 1.80420 | 46.5 |
| 26 | -61.464 | 可変 | | |
| 27 | 145.931 | 3.361 | 1.84666 | 23.8 |
| 28 | -95.575 | 10.000 | | |
| 29 | INFINITY | 3.000 | 1.48749 | 70.4 |
| 30 | INFINITY | 27.020 | | |

【0028】第1レンズ群G31は、パネル面側に凹面を向けた凹メニスカスレンズ31、凸レンズ32、パネル面側に凹面を向けた凹メニスカスレンズ33、スクリーン側に凹面を向けた凹メニスカスレンズ34の計4枚のレンズで構成される。第2レンズ群G32は、パネル面側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ35とスクリーン側に凹面を向けた凹メニスカスレンズ36の接合レンズと、凸レンズ37で構成される。第3レンズ群G33は、凹レンズ38と凸レンズ39の接合レンズで構成される。第4レンズ群G34は、凹レンズ40、凸レンズ41、凹レンズ42と凸レンズ43の接合レンズ、凸レンズ44で構成される。第5レンズ群G35は凸レンズ45からなる。

【0029】投映用ズームレンズ30は、フォーカス時に d_8 が変化して、第1レンズ群G31のみが投映光軸L2に沿ってスクリーン側とパネル側とに進退し、他のレンズ群は固定される。変倍時においては、 d_{14} 、 d_{17} 、 d_{26} が変化し、第2レンズ群G32、絞りS2、第3レンズ群G33が光軸L2に沿って移動する。第2レンズ群G32と絞りS2は一体となって移動する。以下に、投映距離無限遠時の広角端、標準、望遠端にお

る全系の焦点距離、Fナンバー、可変面間隔を示す。

【0030】

【表5】

(絞り偏心量5.30mm レンズ全長151.5mm)

| 面間隔 | 焦点距離 | | | |
|-----|------|-------|-------|-------|
| | FNo. | | | |
| | 面番号 | 8 | 14 | 26 |
| | 14 | 13.71 | 12.12 | 10.59 |
| | 17 | 2.83 | 7.64 | 12.79 |

OBJ=inf

【0031】本実施例において、投射距離無限遠時のレンズ系全長 l_{inf} 、絞り偏心量 h_2 、第1レンズ群G31～第4レンズ群G35の焦点距離 $f_1 \sim f_5$ 、広角端における全系の焦点距離 f_w はそれぞれ

$$l_{inf} = 151.5 \text{ mm}$$

$$h_2 = 5.30 \text{ mm}$$

$$f_1 = -36.61 \text{ mm}$$

$$f_2 = 42.00 \text{ mm}$$

$$f_3 = 106.22 \text{ mm}$$

$$f_4 = -337.83 \text{ mm}$$

$$f_5 = 68.05 \text{ mm}$$

$$f_w = 28.61 \text{ mm}$$

である。また、各レンズ群の焦点距離と f_w の比は、

$$f_1 / f_w = -1.28$$

$$f_2 / f_w = 1.47$$

$$f_3 / f_w = 3.71$$

$$f_4 / f_w = -11.81$$

$$f_5 / f_w = 2.38$$

であり、本発明の特徴値 f_2 / f_w 、 f_3 / f_w はそれぞれ条件式

$$1) 1.0 < f_2 / f_w < 1.6$$

$$2) 3.6 < f_3 / f_w < 6.2$$

を満たしている。

【0032】絞りS2が投射光軸L2から図中下方に5.3mm偏心することにより、各像高における平均出射傾角 θ は以下の表のとおりとなる。

【0033】

【表6】

平均出射傾角 (単位 °)

| 焦点距離 | 28.61 | 31.47 | 34.33 |
|------|-------|-------|-------|
| 像高 | 0.15 | 6.4 | 6.0 |
| | 0.5 | 6.8 | 6.2 |
| | 0.7 | 7.2 | 6.8 |
| | 0.9 | 7.4 | 7.1 |
| | 1.0 | 7.5 | 7.6 |

OBJ=2.4mm

(有効像円 $\phi 28.9$)

【0034】上表に見られるように、平均出射傾角 θ は、広角時、標準時、望遠時いずれにおいても、本発明の特徴式

$$3) 2^\circ < \theta < 9^\circ$$

を満たしている。また、平均出射傾角 θ の各像高におけるバラツキは1.1度～1.7度以内に抑えられ、パネル面からの出射光線がほぼ平行となっていることがわかる。図7及び図8に広角時と望遠時の収差図をそれぞれ示す。投射用ズームレンズ30は、諸収差が良好に補正されて優れた光学性能を示している。

【0035】(実施例3)図9において、投射用ズームレンズ50は、スクリーン側から順に第1レンズ群G51～第5レンズ群G55をなす計15枚のレンズと平行ガラス66とによって構成されている。第2レンズ群G52と第3レンズ群G53の間には絞りS3が設けられている。投射用ズームレンズ50のレンズデータを以下に示す。

【0036】

【表7】

| 面番号 i | 曲率半径 r | 面間隔 d | 屈折率 n | アッベ数 ν |
|-------|-----------|--------|---------|------------|
| 1 | 63.114 | 2.000 | 1.69895 | 30.1 |
| 2 | 31.992 | 3.428 | | |
| 3 | 58.462 | 5.958 | 1.83400 | 37.3 |
| 4 | -201.007 | 0.200 | | |
| 5 | 60.405 | 1.600 | 1.49700 | 81.6 |
| 6 | 18.853 | 9.158 | | |
| 7 | -33.286 | 1.300 | 1.49700 | 81.6 |
| 8 | 928.636 | 可変 | | |
| 9 | -72.804 | 10.127 | 1.80420 | 46.5 |
| 10 | -19.051 | 1.926 | 1.83400 | 37.3 |
| 11 | -45.858 | 1.868 | | |
| 12 | 37.748 | 4.601 | 1.84666 | 23.8 |
| 13 | -1612.392 | 可変 | | |
| Stop | — | 5.500 | | |
| 15 | -169.402 | 1.100 | 1.64769 | 33.8 |
| 16 | 15.386 | 7.717 | 1.62299 | 58.1 |
| 17 | -56.592 | 可変 | | |
| 18 | -120.385 | 1.000 | 1.80518 | 25.5 |
| 19 | 18.768 | 4.703 | 1.48749 | 70.4 |
| 20 | -117.465 | 可変 | | |
| 21 | -19.122 | 1.100 | 1.69895 | 30.1 |
| 22 | 97.595 | 5.871 | 1.48749 | 70.4 |
| 23 | -26.888 | 0.200 | | |
| 24 | -203.968 | 2.890 | 1.80420 | 46.5 |
| 25 | -45.351 | 0.200 | | |
| 26 | 105.259 | 3.442 | 1.84666 | 23.8 |
| 27 | -60.358 | 10.000 | | |
| 28 | INFINITY | 3.000 | 1.48749 | 70.4 |
| 29 | INFINITY | 27.020 | | |

【0037】第1レンズ群G51は、パネル面側に凹面を向けた凹メニスカスレンズ51、凸レンズ52、パネル面側に凹面を向けた凹メニスカスレンズ53、凹レンズ54の計4枚のレンズで構成される。第2レンズ群G52は、パネル面側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ55とスクリーン側に凹面を向けた凹メニスカスレンズ56の接合レンズと、凸レンズ57で構成される。第3レンズ群G53は、凹レンズ58と凸レンズ59の接合レンズで構成される。第4レンズ群G54は、凹レンズ60と凸レンズ61の接合レンズからなる。第5レンズ群G55は、凹レンズ62と凸レンズ63の接合レンズ、凸レンズ64、凸レンズ65で構成されている。

【0038】投射用ズームレンズ50は、フォーカス時に d_8 が変化して、第1レンズ群G51が光軸L3上を移動し、他のレンズ群は固定される。変倍時においては、 d_{13} 、 d_{17} 、 d_{20} が変化して第2レンズ群G52、絞りS3、第3レンズ群G53、第4レンズ群G54が光軸L3に沿って移動する。第3レンズ群G53と絞りS3は一体となって移動する。投射距離無限遠時の広角端、標準、望遠端における全系の焦点距離、Fナンバー、可変面間隔を示す。

【0039】

【表8】

(絞り偏心量 5.50mm レンズ全長 134.4mm)

| 面 間 隔 | 焦点距離 | 28.60 | 31.47 | 34.33 |
|-------------|------|-------|-------|-------|
| | FNo. | 2.35 | 2.51 | 2.66 |
| | 面番号 | 8 | 8.92 | 5.75 |
| | | 13 | 4.59 | 3.33 |
| | | 17 | 1.03 | 4.37 |
| | | 20 | 3.97 | 5.06 |
| | | | 5.60 | 5.60 |

OBJ = inf

【0040】本実施例において、投射距離無限遠時のレンズ系全長 l_{inf} 、絞り偏心量 h_3 、第1レンズ群G5 1～第5レンズ群G5 5の焦点距離 $f_1 \sim f_5$ 、広角端における全系の焦点距離 f_w はそれぞれ

$$l_{inf} = 134.4 \text{ mm}$$

$$h_3 = 5.50 \text{ mm}$$

$$f_1 = -38.18 \text{ mm}$$

$$f_2 = 32.02 \text{ mm}$$

$$f_3 = 169.83 \text{ mm}$$

$$f_4 = -52.08 \text{ mm}$$

$$f_5 = 38.38 \text{ mm}$$

$$f_w = 28.62 \text{ mm}$$

である。また、各群の焦点距離と f_w の比の値はそれぞれ

$$f_1 / f_w = -1.33$$

$$f_2 / f_w = 1.12$$

$$f_3 / f_w = 5.93$$

$$f_4 / f_w = -1.82$$

$$f_5 / f_w = 1.34$$

であり、条件式

$$1) 1.0 < f_2 / f_w < 1.6$$

$$2) 3.6 < f_3 / f_w < 6.2$$

をそれぞれ満たす。

【0041】絞りS3が投射光軸L3から5.5mm偏心することにより、各像高における平均出射傾角 θ は以下の表のとおりとなる。

【0042】

【表9】

平均出射傾角 (単位: °)

| 像 高 | 焦点距離 | 28.60 | 31.47 | 34.33 |
|--------|------|-------|-------|-------|
| | 0.15 | 5.1 | 4.8 | 4.4 |
| | 0.5 | 6.4 | 5.7 | 5.2 |
| | 0.7 | 6.3 | 5.8 | 5.3 |
| | 0.9 | 7.2 | 6.3 | 6.1 |
| | 1.0 | 7.6 | 6.5 | 6.2 |

OBJ = 2.4m

(有効像円 $\phi 26$)

【0043】上表に見られるように、平均出射傾角 θ は、広角時、標準時、望遠時いずれにおいても、本発明

の特徴式

$$3) 2^\circ < \theta < 9^\circ$$

を満たしている。また、平均出射傾角 θ の各像高におけるバラツキは1.7度～2.5度以内に抑えられ、パネル面からの出射光線がほぼ平行となっている。図10及び図11に示す広角時と望遠時の収差図より、諸収差が良好に補正されていることがわかる。

【0044】なお、本発明はDMDプロジェクタに限られず、画像表示パネルとして液晶表示素子(LCD)などの他のデバイスを用いたプロジェクタに用いてもよい。

【0045】

【発明の効果】以上のように、本発明の投映用レンズによれば、投映光軸に対して垂直方向に偏心した絞りを設けたので、有効像円からの出射光線が軸上から軸外に渡って平行となって傾けられ、照度ムラの小さい投映描写が可能となる。よって、後玉径の小型化、光学性能の向上が実現でき、低コストで質の良い投映用レンズを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】望遠端、広角端における第1実施例のレンズ構成図である。

【図2】平均出射傾角 θ の説明図である。

【図3】有効像円の説明図である。

【図4】広角端における(a)球面収差図、(b)非点収差図、(c)歪曲収差図である。

【図5】望遠端における(a)球面収差図、(b)非点収差図、(c)歪曲収差図である。

【図6】望遠端、広角端における第2実施例のレンズ構成図である。

【図7】広角端における(a)球面収差図、(b)非点収差図、(c)歪曲収差図である。

【図8】望遠端における(a)球面収差図、(b)非点収差図、(c)歪曲収差図である。

【図9】望遠端、広角端における第3実施例のレンズ構成図である。

【図10】広角端における(a)球面収差図、(b)非点収差図、(c)歪曲収差図である。

【図11】望遠端における(a)球面収差図、(b)非点収差図、(c)歪曲収差図である。

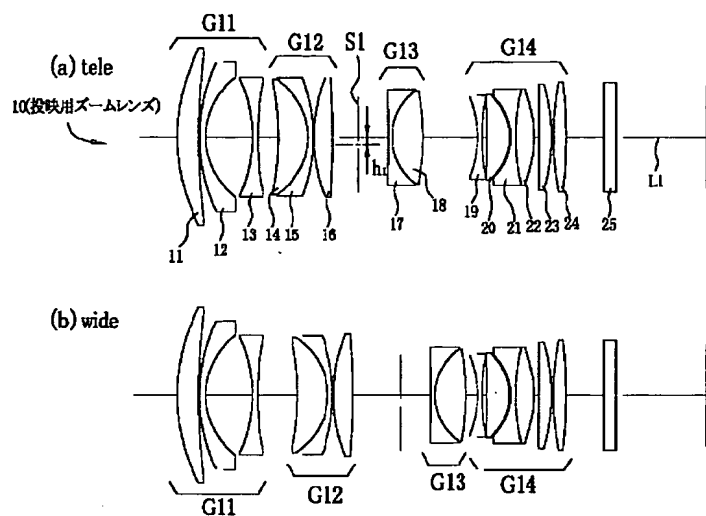
【符号の説明】

10, 30, 50 投映用ズームレンズ

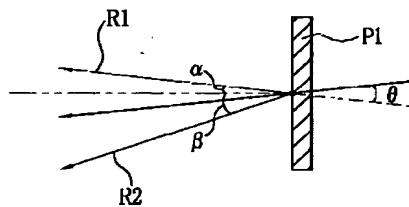
S1, S2, S3 絞り

L1, L2, L3 投映光軸

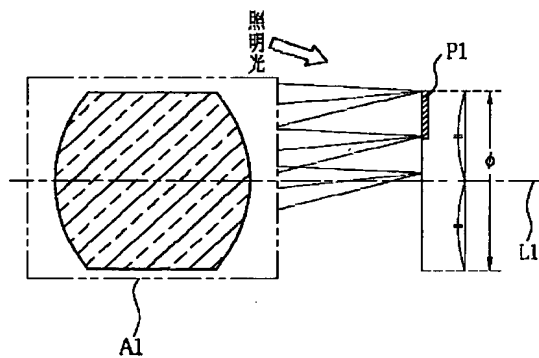
【図1】



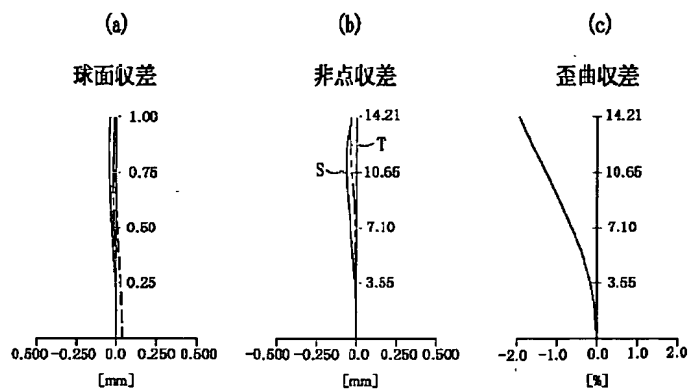
【図2】



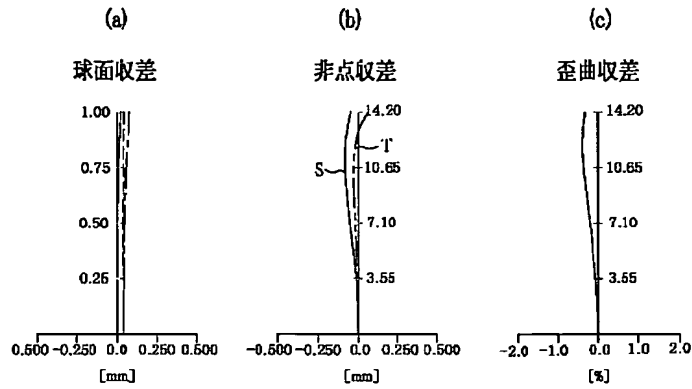
【図3】



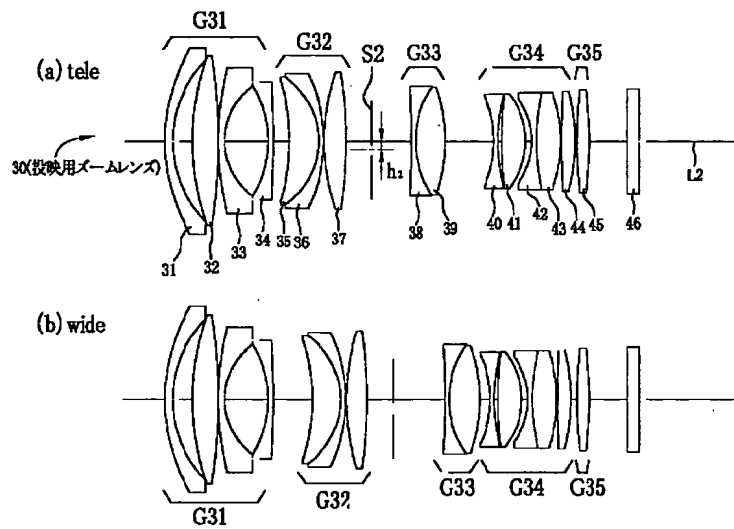
【図4】



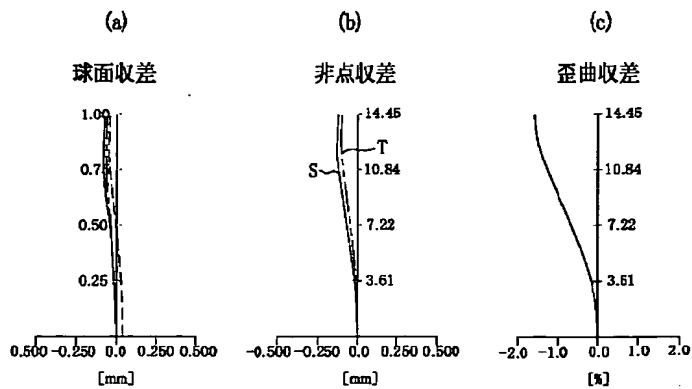
【図5】



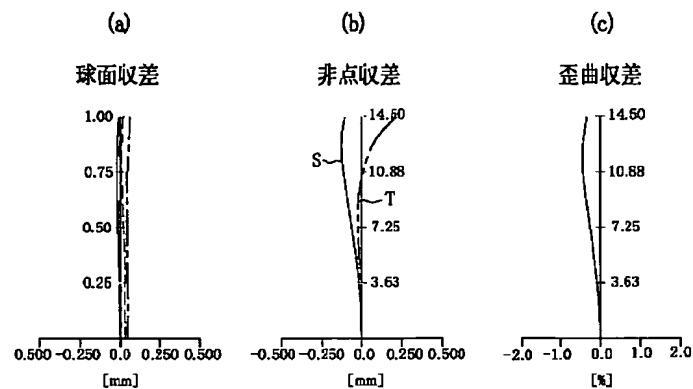
【図6】



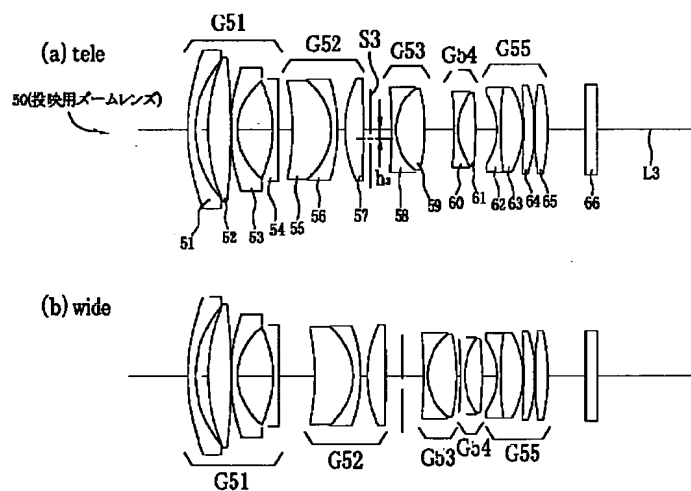
【図7】



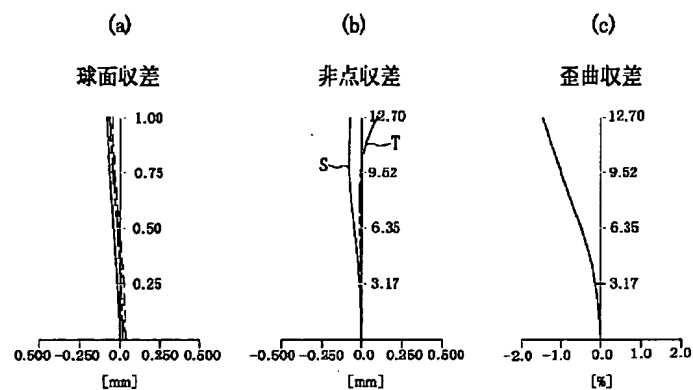
【図8】



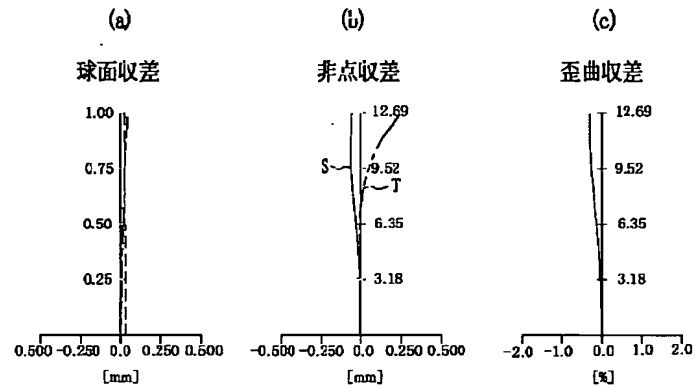
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 小川 潤

東京都港区芝五丁目37番8号 エヌイーシー
ビューテクノロジー株式会社内

Fターム(参考) 2H087 KA07 PA11 PA12 PA20 PB14

PB15 QA02 QA07 QA12 QA17
QA21 QA22 QA25 QA26 QA34
QA41 QA45 RA32 RA36 RA42
SA24 SA26 SA29 SA32 SA44
SA46 SA49 SA53 SA55 SA63
SA64 SA72 SA75 SA76 SB04
SB05 SB14 SB23 SB33 SB37
SB45